

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 99 (2008)
Heft: 13

Artikel: Hermetischer Leistungstransformator mit Dehnradiatoren
Autor: Jörg, Claus
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-855865>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Hermetischer Leistungstransformator mit Dehnradiatoren

Luft und Feuchtigkeit werden ausgeschlossen

Nicht nur hohe Temperaturen, auch Sauerstoff und Feuchtigkeit verringern die Lebensdauer von Leistungstransformatoren. Seit einiger Zeit sind hermetisch geschlossene Transformatoren erhältlich, die einen mit Gummisack, die anderen mit dehnbaren Radiatoren. Von Ersteren sind bereits mehrere in der Schweiz installiert. Transformatoren mit Dehnradiatoren gibt es bislang nur in Deutschland. Das Elektrizitätswerk des Bezirks Schwyz evaluierte die verschiedenen Transformatortypen.

Seit Jahren nimmt der Bedarf an elektrischer Energie zu. Auch im Versorgungsgebiet des Elektrizitätswerks des Bezirks Schwyz (EBS) stieg der Verbrauch in den letzten 10 Jahren um 21%. Das EBS in-

Claus Jörg

vestiert nun 11 Mio. Franken in eine neue Unterstation und verbessert damit die Versorgungssicherheit im Schwyzer Talkessel. Der zunehmende Kostendruck zwingt die Betriebe, die Auslastung der technischen Einrichtungen zu erhöhen. Wartungsarme Anlagen mit langer Lebensdauer sind gefragt. Das EBS prüfte im Zusammenhang mit dem Neubau der Unterstation Nümatt die Technologien am Markt.

Bei der Wahl der Produkte und der Gebäudekonstruktion der Unterstation (US) wurden die vier wichtigsten Entscheidungskriterien berücksichtigt: Lebenszeit, Betriebsaufwand, Verfügbarkeit und Beschaffungspreis. Eine grosse Bedeutung wurde den Hauptkomponenten hinsichtlich der Wiederbeschaffung geschenkt.

Beim Gebäude wurde eine hochwertige Fassade mit einer guten Isolation gewählt. Die Unterstation wird durch die Abwärme der Trafos geheizt. Damit bleibt sie trocken, und die Temperaturschwankungen werden begrenzt – also gute Bedingungen für die Sicherstellung der darin installierten Ausrüstung.

Bewährte Technik

Bei den Schaltanlagen wurde auf bewährte Technik gesetzt, die eine lange Le-

bensdauer und minimalen Betriebsaufwand während der gesamten Lebensdauer garantiert. Bei der 50-kV-Schaltanlage wird eine gasisolierte Anlage (GIS) eingesetzt. Untersuchungen des Herstellers lassen unter guten Bedingungen eine Lebensdauer von über 60 Jahren erwarten. Bei der Mittelspannungsanlage hat sich das EBS für eine luftisolierte Anlage mit Vakuumleistungsschalter entschieden. Die Vakuumtechnik ist ausgereift. Verbunden mit Federkraftspeicher-Antrieben kann man auch hier

eine lange Lebenszeit erwarten. Vergleichbare Anlagen der Vorgängerserie sind seit 1968 in Betrieb. Man darf erwarten, dass solche Anlagen unter guten Bedingungen eine Lebenszeit von über 50 Jahren erreichen. Die luftisolierte Technik lässt zudem einen raschen und unkomplizierten Schalterwechsel zu. Das gibt Flexibilität und wirkt sich positiv auf die Unterhaltskosten aus. Die Sekundärtechnik wurde so konzipiert, dass sie nach 20–25 Jahren relativ einfach gewechselt werden kann.

Was bietet der Trafo-Markt?

Ein wichtiges Glied in der Kette der Energieversorgung bilden die Transformatoren. Bei der Evaluation von möglichen Transformatoren ist das EBS auf den Leistungstransformator in Hermetikausführung gestossen. In der Schweiz sind verschiedene Ausführungsarten von Siemens im Einsatz. Den Hermetikabschluss besorgt ein Gummisack (Pronalsack).

Seit einiger Zeit sind hermetische Leistungstransformatoren mit Dehnradiatoren auf dem Markt – eine Ausführungsart, bei



Bild 1 Unterstation Nümatt.



Bild 2 Hermetischer Leistungstransformator.

Hermetischer Leistungstransformator, wie er für die Unterstation Nümmatt bestellt wurde. In der Unterstation wird er im Gebäude installiert, voraussichtlich im Februar 2009. Er ist für eine Leistung von 25 MVA ausgelegt, 5,4×3,5×4 m gross und 51 t schwer.

- Welches sind die wichtigsten Gründe bei der Evaluation eines Leistungstransformators?
- Würden die Befragten hermetische Leistungstransformatoren einsetzen?
- Mit Dehnradiatoren?
- Welche wichtigsten Gründe sprechen dafür?

Bei der Evaluation von Leistungstransformatoren halten sich die Argumente zu Lebenszeit 18%, Verluste Last 17%, Verluste Leerlauf 16%, Wartungsaufwand über die Lebensdauer 15%, Garantiezeit 13% und Einkaufspreis 16% nebst anderen von 5% die Waage. Auf die Frage, ob der hermetische Leistungstransformator eingesetzt würde, wurde mit 70% «Ja», 18% «Nein» und 12% «Weiss nicht» geantwortet. Auch in der schweizerischen Umfrage figurieren die Bereiche längere Lebensdauer und Wartungsarmut an erster Stelle.

Die technische Ausführung eines hermetischen Leistungstransformators und die kommerziellen Bedingungen des Lieferanten belegen die letzten Plätze. Aus den Auswertungen ist ersichtlich, dass die Vorteile des hermetischen Leistungstransformators erkannt werden, unabhängig von deren Ausführungsart.

Es gibt Unterschiede

Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Erhebungen liegt beim Thema Trocknungsmittel. Die periodisch notwendige Sichtprüfung sowie der regelmässige Austausch des Trocknungsmittels stellen erhebliche Wartungs- und Kostenfaktoren dar. Nach Aussagen von deutschen Betrieben reduzieren sich die Wartungskosten am deutlichsten, wenn der Trocknungsmiteinsatz entfällt. In der schweizerischen Erhebung wurde der Trocknungsmiteinsatz – erstaunlicherweise – als eher unwichtig angegeben.

Bei den Schweizer Befragten wurden mehrfach das fehlende Buchholzrelais sowie die Gefahr der Schwefelkorrosion beim HLTmD angesprochen. Abklärungen dazu ergaben, dass beim HLTmD das Buchholzrelais nach wie vor eingebaut wird. Es prüft die Gasbildung und den Ölstand. Der HLTmD verfügt zusätzlich über einen Sensor, der den Druck überwacht. Als weiteres Sicherheitselement wird ein Überdruckventil montiert. Dieses öffnet sich bei Überdruck und lässt Öl austreten. All diese Einrichtungen schützen den Transformator ausreichend.

Die Gefahr der Schwefelkorrosion (Kupfersulfid) wurde ebenfalls überprüft. Bei diesem Prozess lässt das schwefelhaltige Öl die blanken Kupferteile im Transformator korrodieren. Recherchen ergaben, dass

der die Ölausdehnungen im Betrieb nicht wie üblich durch das Ölausdehnungsgefäss, sondern durch die vorhandenen Kühlradiatoren (Öltaschen) aufgenommen werden [1]. Mit dieser Ausführung kann auf das Ausdehnungsgefäss, auf Rohrleitungen und Trocknungsmittel verzichtet werden. Somit entfällt die periodische Wartung des Trocknungsmittels, und der Alterungsprozess wird, dank Hermetikabschluss, erheblich verzögert. Dieses Ausführungsprinzip wurde bei Leistungstransformatoren in der Schweiz bisher noch nicht eingesetzt.

Die Ausführungsarten der hermetischen Leistungstransformatoren sind an Patentrechte gebunden. So besitzt die Firma Areva Energietechnik GmbH (Bereich Schorch-Transformatoren) in Mönchengladbach die Patentrechte für das Prinzip der Dehnradiatoren. Die Firma Siemens AG in München besitzt die Patentrechte für die Ausführungsart mit dem Pronalsack.

Recherche in der Branche

Um verlässliche Informationen aus der Branche zu den Transformatoren zu bekommen, führte das EBS zwei Umfragen durch – als Grundlage für die Entscheidung bei der Beschaffung der neuen Transformatoren für die Unterstation Nümmatt. In Deutschland hat das EBS Betriebe angefragt, die den hermetischen Leistungstransformator mit Dehnradiatoren (HLTmD) bereits einsetzen:

- Welche Gründe haben zur Wahl des hermetischen Leistungstransformators mit Dehnradiatoren geführt?
- Haben sich die Erwartungen an das evaluierte Produkt erfüllt?
- Haben sich die jährlichen Betriebs- bzw. Unterhaltskosten gesenkt?
- Wenn ja, um wie viel?
- Würden die Betreiber den hermetischen Leistungstransformator wieder einsetzen?

Die Hauptgründe zur Wahl eines HLTmD lagen bei der längeren Lebensdauer und der Wartungsarmut. Als eher unwichtig eingeschätzt wurden die Schutzeinrichtung, die Mechanik der Dehnradiatoren und die Referenzen. Die Erwartungen an den HLTmD haben sich durchwegs erfüllt. Die Betriebs- bzw. Unterhaltskosten haben sich bis zu 15% reduziert. Alle angefragten Betriebe würden den hermetischen Leistungstransformator wieder einsetzen.

Aus der Umfrage in Deutschland sind keine nachteiligen Bemerkungen über den HLTmD eingegangen. Ein grosser Betrieb ist zurzeit daran, den HLTmD flächendeckend einzuführen.

In der Schweiz fast identisch

Mit der zweiten Umfrage wurde unter anderem abgeklärt, wie sich die schweizerischen Betriebe zu folgenden Fragen stellen:

dieser Vorgang bei einzelnen Spezialtransformatoren, die sehr stark belastet wurden, zu Schäden geführt hat. Für diesen Vorgang ist neben hoher Temperatur Sauerstoff nötig. Da bei der hermetischen Ausführung kein Sauerstoff eintreten kann, wird auch keine chemische Reaktion stattfinden. Grundsätzlich kann man heute bei allen Transformatoren schwefelarmes bzw. schwefelfreies Öl einsetzen. Die Befürch-

tungen um fehlenden Buchholzschutz und Gefahr der Schwefelkorrosion sind also unbegründet.

Hermetischer Transformator bestellt

Die detaillierte Auswertung der Umfrage, unter Berücksichtigung der Einwände in den Rückmeldungen, ergaben keine Be-

weggründe, die den Einsatz des HLTmD infrage stellen würden. Einzig die Langzeiterfahrung fehlt. Da aber bis heute keine negativen Erfahrungen vorliegen und der Hersteller die Prüfung der Dehnradiatoren nach 5250 Testzyklen (entspricht ca. 78 Betriebsjahren) abgebrochen hat, kann die Langlebigkeit als gegeben betrachtet werden. Das EBS hat sich aufgrund der Resultate entschieden, die neue Unterstation Nümatt in Seewen-Schwyz mit zwei hermetischen Leistungstransformatoren mit Dehnradiatoren auszurüsten.

Referenzen

[1] Frank Hofmann und Stefan Tenbohlen: Wartungsarmut und reduzierte Alterung von Leistungstransformatoren durch Hermetikabschluss, www.technik-forum.ch
→ Downloads, Rubrik Elektrische Energietechnik

Angaben zum Autor

Claus Jörg ist technischer Leiter des Elektrizitätswerks des Bezirks Schwyz.
Elektrizitätswerk des Bezirks Schwyz,
6430 Schwyz, c.joerg@ebs-Strom.ch

Résumé

Transformateur de puissance hermétique avec radiateurs à dilatation

Exclusion de l'air et de l'humidité. Non seulement les températures élevées réduisent la durée de vie des transformateurs de puissance, mais aussi l'oxygène et l'humidité. Depuis quelque temps, il existe des transformateurs de puissance hermétiquement fermés, les uns dans un sac de caoutchouc, les autres avec des radiateurs à dilatation. Parmi les premiers, plusieurs sont déjà installés en Suisse. Quant aux seconds, ils n'existent pour le moment qu'en Allemagne. L'entreprise électrique du district de Schwyz a fait une évaluation des différents types de transformateurs.

Die Einheitskupplung



DEHN
elvatec ag

Neue Vollkunststoff-Kupplung für ein modulares Stangen-System zum Schalten und Erden

- Einheitlich stecken ■ Vielfältig kombinieren
- Leicht transportieren ■ Variabel verlängern
- Absolut verdrehsicher ■ Selbstführend kuppeln

elvatec ag **Blitzschutz, Erdung, Überspannungsschutz, Arbeitsschutz**
Infoservice CH 624 · Tiergartenstrasse 16 · CH-8852 Altendorf
Tel.: 0 55 / 451 06 46 · Fax: 0 55 / 451 06 40 · www.elvatec.ch
elvatec@bluewin.ch



LANZ moderne Kabelführung aus rostfreiem Stahl A4

- Kabelschonend
- Funktionserhalt E30
- Sofort lieferbar
- Korrosionsbeständig
- Preisgünstig



LANZ fabriziert für die Lebensmittelindustrie, chem. Industrie, Abwasserreinigungs- und Kehrrichtverbrennungsanlagen, unterirdische Bauten, Bahn- und Strassentunnel:

- Multibahnen*- und Weitspann-Mb 100 mm – 400 mm 6 m lang, mit verzahntem MULTIFIX-Trägermaterial
 - LANZ Gitterbahnen 100 mm – 400 mm Breite
 - LANZ C- und G-Kanäle* 50 × 50 mm bis 75 × 100 mm
 - ESTA Elektro-Installationsrohre Ø M16 – M63
 - LANZ Rohrschellen für koordinierbare Installationen
- Stahl A4 WN 1.4571 und 1.4539 max. korrosionsresistent
→ Schockgeprüft 3 bar und Basisschutz
→ *Geprüft für Funktionserhalt im Brandfall E 30 / E 90

☐ Mich interessieren Bitte senden Sie Unterlagen.

☐ Könnten Sie mich besuchen? Bitte tel. Voranmeldung!

Name / Adresse / Tel. _____

K2



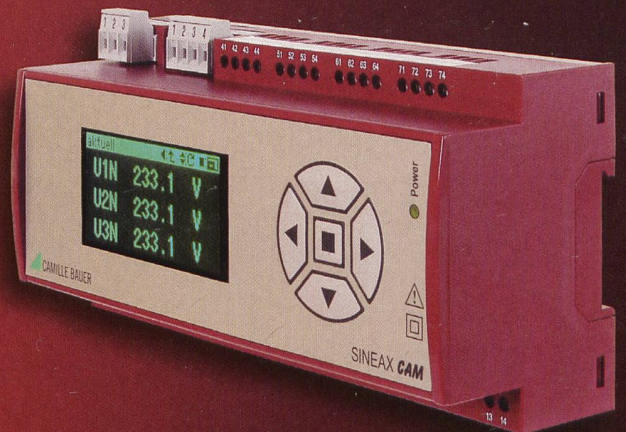
lanz oensingen ag
CH-4702 Oensingen
Telefon 062 388 21 21
www.lanz-oens.com

Südringstrasse 2
Fax 062 388 24 24
info@lanz-oens.com

Die innovative Lösung ohne Denkpausen.

SINEAX CAM

Universelle Messeinheit für
Starkstromgrößen



Systematisches Denken.

Hinter unserer Messtechnik steht der Mensch.

Unsere Kunden und der Markt mit all seinen wechselnden, neuen Herausforderungen widerspiegeln seit jeher unsere Ziele. Diese Lernfähigkeit wird in den Produkten konsequent umgesetzt, speziell bei kunden-spezifischen Lösungen.

Gezieltes Beobachten in der Starkstrom-Messtechnik.

- Das Gerät ist für die lückenlose, störunempfindliche Erfassung aller Größen elektrischer Verteilnetze oder Industrieanlagen konzipiert. Das Messsystem lässt sich an jede Messaufgabe adaptieren und kann nach jeder Periode ein neues Netzabbild liefern.
- Für ein weites Feld an Steuer- und Regelanwendungen stehen die umfangreichen Analyse-möglichkeiten des Logik-Moduls und bis zu 12 analoge und/oder digitale I/Os zur Verfügung.
- Periodische Zählerablesungen und Langzeit-Aufzeichnungen von Messwertverläufen oder Lastprofilen, z.B. zur Erfassung von Transformator-Belastungen, sind mit dem Logger möglich.
- Jede Zustandsänderung und jeder Geräteeingriff kann später mit Hilfe von Alarm-, Ereignis-, und Systemlisten nachvollzogen und analysiert werden.
- Für die Visualisierung von Messdaten und Listen vor Ort, aber auch für die lokale Behandlung von Alarmen, ist das optionale Grafikdisplay mit Bedientasten einsetzbar.

GMC-Instruments Schweiz AG
CH-8052 Zürich
Telefon: 044 308 80 80

info@gmc-instruments.ch
www.gmc-instruments.ch

GMC-Instruments Schweiz SA
CH-1400 Yverdon
Téléphone: 024 446 28 80

info@gmc-instruments.ch
www.gmc-instruments.ch

 **CAMILLE BAUER**
Auf uns ist Verlass.